动 物 学 研 究 1998, 19 (4): 289～295　　CN 53-1040／Q　ISSN 0254-5853
Zoological Research

滇池太湖新银鱼的生长特性与资源量关系的研究*

王 瑛　王 勇　王 聪　彭琼英　　陈银瑞　杨君兴

（昆明市渔政监督管理处　650041）　　（中国科学院昆明动物研究所　650223）

摘　要　为了滇池中太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis* Chen)达到稳产、高产、优质、高效的目的，管理部门急需寻求一个合理的资源量平衡点。经 31 个月的连续采样调查，应用 Von Bertalanffy 生长方程，得到太湖新银鱼 1989 年和 1990 年生长方程分别为：$L=6.70[1-e^{-0.198(t-0.225)}]$、$W=1.78[1-e^{-0.198(t-0.225)}]^3$ 和 $L=7.48[1-e^{-0.1731(t+0.064)}]$、$W=2.76[1-e^{-0.1731(t+0.064)}]^3$。据此拟合出体重与种群密度关系 $W=1.047-0.671\lg C$，种群密度与资源量关系 $F=1999.36\,C\,e^{-0.2045\,C}$，最终演译出资源量平衡点在 1847 t。相应体重 1.0 g／尾；密度指标 1.175 尾／m^3；捕捞时间在 8 月。该研究结果已成为滇池渔业管理的努力目标。

关键词　滇池，太湖新银鱼，生长特性　资源量
中图分类号　Q959.4

太湖新银鱼（*Neosalanx taihuensis* Chen）原产于江苏太湖，是生活周期为 1 年的小型鱼类。自 1979 年 4 月移植到滇池，由于饵料丰富，水温适宜，1982 年就形成产量 1200 t，至 1991 年平均年产量为 1886 t。但产量波动大，最高达 3500 t，最低仅为 360 t。近年来，关于太湖新银鱼生长研究的论文甚多(王文滨等，1990；张开翔等，1982；蒋全文等，1986；陈培康等，1981)。但其生长与资源量、生长与种群密度间的关系作用，至今未见报道。

目前太湖新银鱼已成为云南省的主要出口产品，它的资源量变动已引起人们的极大关注。通过对其生长特性和资源量的研究，为滇池管理提供一个以银鱼出口标准体重为前提，以控制合理的种群密度为手段，力求达到滇池银鱼的高产、稳产、优质、高效的目的。

1　材料和方法

标本采集自 1988 年 10 月至 1991 年 4 月的滇池。依湖泊环境特点，全湖设 11 个采样点，每月 24～29 日取样，连续 31 个月。渔具为专用机船和拖网，每网计时计量，并从中随机取样。用于生长统计分析的标本共计 20486 尾。文中所列的体长、体重均为每次取样测量

---

* 云南省科委应用基础研究基金、中国科学院“西部之光”人材经费资助项目
本文 1997-05-23 收到，1997-11-13 修回

后，统计分析的平均数。根据滇池中银鱼的繁殖盛期(12 月至 1 月)确定月龄，在水温 11～14℃ 自然状态下 240～384 h 孵化出仔鱼，故本文定 1989 世代银鱼的零月龄为 1 月 28 日，1 月龄为 2 月 28 日、以后类推。1990 世代银鱼的零月龄为 1 月 15 日，1 月龄为 2 月 15 日，以后类推。生长用 Von Bertalanffy 生长方程分别描述，生长与资源量关系及生长与种群密度关系，用指数函数和对数函数关系拟合。

表 1 两个世代银鱼各月龄的体长、体重及相对增长率和绝对增长量

Table 1 The relative increment rate and absolute increase of body length, body weight of *N. taihuensis* of various month-age in two generations

1989 世代						
月龄	体长/cm			体重/g		
	平均值	相对增长率/%	绝对增长量	平均值	相对增长率/%	绝对增长量
2.0	2.23			0.04		
3.0	3.03	35 87	0 80	0.11	175 00	0.07
4.0	3.94	30.03	0.91	0.31	181 82	0.20
5.0	4.32	9.64	0.38	0.42	35.48	0.11
6.0	4.58	6.02	0.26	0.52	23.81	0.10
7.0	4.77	4.15	0.19	0 61	17.31	0.09
8.0	4.97	4.19	0.20	0.70	14.75	0.09
9.0	5.50	10.66	0.53	0.84	20.00	0.14
10.0	5.75	4.55	0.25	1.11	32.14	0.27
11.0	5.96	3.65	0.21	1.18	6.31	0.07
12.0	6 12	2.68	0.16	1.22	3.39	0.04
13.0	6.28	2.61	0.16	1 27	4.10	0.05

1990 世代						
月龄	体长/cm			体重/g		
	平均值	相对增长率/%	绝对增长量	平均值	相对增长率/%	绝对增长量
1.5	2.20			0.03		
2.5	3.50	59.09	1.30	0.18	500.00	0.15
3.5	3.97	13 43	0.47	0.30	66 67	0.12
4 5	4.29	8.06	0.32	0.38	26.67	0 08
5.5	4.53	5.59	0.24	0.47	23.68	0.09
6.5	4.80	5.96	0.27	0.61	29.79	0.14
7.5	5.12	6.67	0.32	0.71	16.39	0.10
8.5	5.42	5.86	0.30	0.81	14.08	0.10
9 5	5.94	9.59	0 52	1.20	48.15	0 39
10.5	6.46	8.75	0.52	1.60	33.33	0.40
11.5	6.69	3.56	0.23	1.77	10 63	0.17
12.5	6.86	2.54	0.17	1.90	7.64	0.13

2 结 果

2.1 体长和体重关系

鱼类体长和体重的相关关系是鱼类生长和发育的重要指标，据 1989、1990 两个世代银鱼的生长实测值(表 1)，得出银鱼的体长和体重关系呈幂函数，符合 $W=aL^b$ 规律。

1989 世代：$W=0.00272L^{3.409}$，相关系数 $R=0.997$；1990 世代：$W=0.0019L^{3.619}$，相关系数 $R=0.999$。

2.2 相对增长率和绝对增长量

相对增长率能客观反应鱼类在不同的生长阶段的生长特点，而绝对增长量则可以反映以种群发育的形式定型下来的鱼类个体生长的特点。滇池银鱼两个世代的相对增长率和绝对增长量见表 1。

从表 1 可见，银鱼生长的最初阶段，其相对增长率和绝对增长量均较高，以后随月龄的增加而逐渐下降。1989 世代银鱼体长、体重的相对增长率和体长绝对增长量均以 2、3 月龄鱼最高；1990 世代银鱼体长、体重的相对增长率和体长的绝对增长量均以 1.5 月龄时最高。且相应月龄的体长相对增长率均先于体重的相对增长率，说明银鱼的体长生长先于体重增长。1989 世代 8、9 月龄以及 1990 世代 8.5 月龄时生长较快，是由于捕捞后种群密度低所致。

2.3 生长方程

用表 1 中各月龄的平均体长、体重的实测值，引用 Von Bertalanffy 生长方程分别描述两个世代银鱼的生长规律。

1989 世代：$L=6.70\,[1-e^{-0.198(t-0.225)}]$；$W=1.78\,[1-e^{-0.198(t-0.225)}]^3$

生长参数：$L_\infty=6.70$ cm　$W_\infty=1.78$ g　$k=0.198$　$t_0=0.225$

1990 世代：$L=7.48\,[1-e^{-0.173(t+0.064)}]$；$W=2.76\,[1-e^{-0.173(t+0.064)}]^3$

生长参数：$L_\infty=7.48$ cm　$W_\infty=2.76$ g　$k=0.173$　$t_0=-0.064$

现将实测值与 Von Bertalanffy 生长方程的计算值进行 x^2 检测，得 1989、1990 世代 L 和 W 的 x^2 值分别为 0.129、0.109、0.444、0.705；取 $a=0.05$，得出 $x_a^2=19.675$，则均为 $x^2<x_a^2$，认为实测值与计算值无显著差异，体长、体重显著服从 Von Bertalanffy 生长方程。用曲线分别描绘两个世代银鱼的生长特性。如图 1、2。

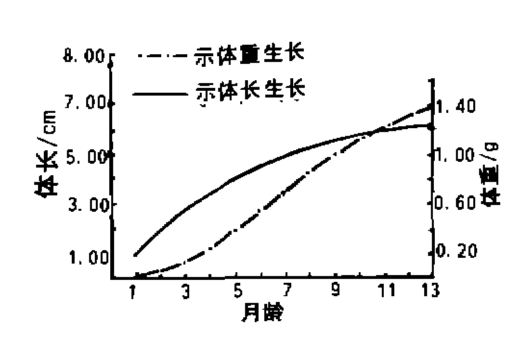


图 1　1989 世代银鱼生长曲线

Fig. 1　*N. taihuensis*' growing curves of 1989 generation

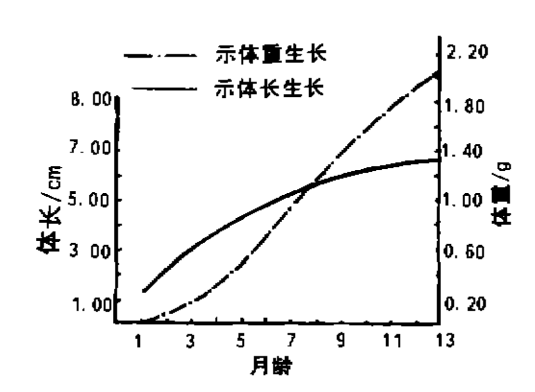


图 2　1990 世代银鱼生长曲线

Fig. 2　*N. taihuensis*' growing curves of 1990 generation

图 1、2 表示出两个世代银鱼的生长均随月龄的增加而增大。据该生长方程计算得出 1989 世代银鱼的体重拐点在 5.8 月龄，即当年 7 月份；1990 世代银鱼的体重拐点在 6.3

月龄，即当年 7 月份。

2.4 生长速度和加速度

研究鱼类的生长速度，掌握其生长规律，可以避免在其快速生长阶段进行捕捞，由 Von Bertalanffy 生长方程得到生长速度方程：

1989 世代：$dL/dt = 1.327\,e^{-0.198(t-0.225)}$；

$dW/dt = 1.057\,e^{-0.198(t-0.225)}[1-e^{-0.198(t-0.225)}]^2$

1990 世代：$dL/dt = 1.294\,e^{-0.173(t+0.064)}$；

$dW/dt = 1.432\,e^{-0.173(t+0.064)}[1-e^{-0.173(t+0.064)}]^2$

由生长速度方程求得银鱼的生长加速度方程：

1989 世代：$d^2L/dt^2 = -0.2627\,e^{-0.198(t-0.225)}$；

$d^2W/dt^2 = 0.209\,e^{-0.198(t-0.225)}[1-e^{-0.198(t-0.225)}] \times [3\,e^{-0.198(t-0.225)}-1]$

1990 世代：$d^2L/dt^2 = -0.224\,e^{-0.173(t+0.064)}$；

$d^2W/dt^2 = 0.248\,e^{-0.173(t+0.064)}[1-e^{-0.173(t+0.064)}] \times [3\,e^{-0.173(t+0.064)}-1]$

据两个世代银鱼的生长速度和加速度方程得各月龄的生长速度和生长加速度，用曲线分别描绘这两个世代银鱼的生长速度和加速度，如图 3、4。

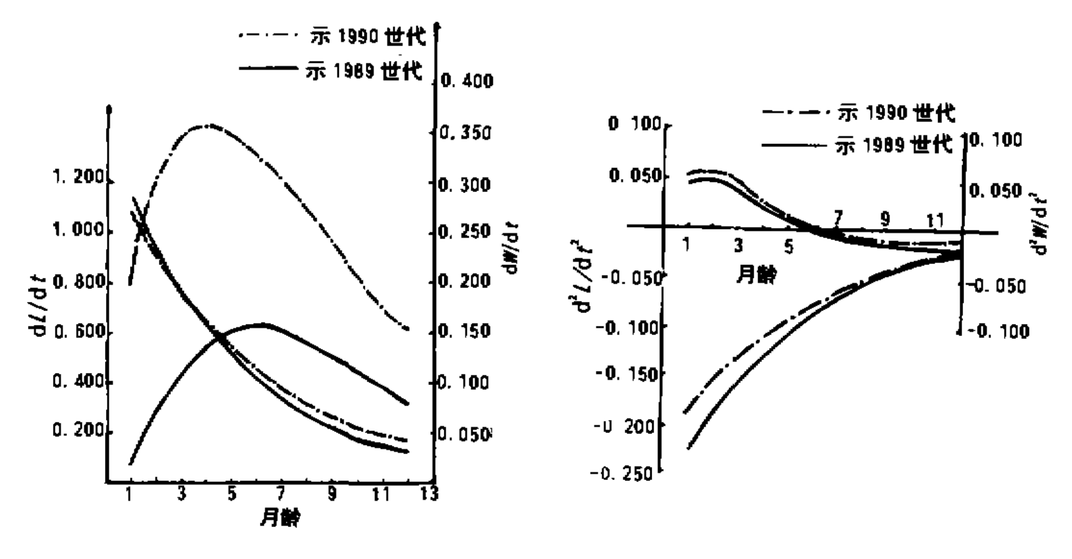


图 3　两个世代银鱼的生长速度曲线

Fig. 3　*N. taihuensis'* growing rate curves of two generations

图 4　两个世代银鱼的生长加速度曲线

Fig. 4　*N. taihuensis'* growing rate curves of two generations

据图可得，两个世代银鱼的体长生长速度和生长加速度均随月龄的增加而逐渐减缓。而两个世代银鱼的体重生长速度和生长加速度则呈现一波峰，即从体重的生长速度曲线中看出，1989 世代的最大体重生长速度在 6 月龄；1990 世代的最大体重生长速度在 4 月龄。同时从银鱼两个世代的生长加速度中均可看出拐点月龄前为鱼体快速生长阶段，拐点月龄后则有减缓生长的趋势。

2.5 生长与群体密度的关系

影响银鱼生长的环境因素很多，对于相对封闭的滇池湖泊来说，自然环境和生态环境

比较稳定，因而银鱼种群密度大小对其个体生长有着显著的影响。我们对滇池 1983 年至 1991 年 8 月份的银鱼生长和密度、资源量数据进行分析(表 2)，并拟合生长-密度方程以及生长-资源量方程。

据表 2 中体重和密度的数据拟合方程，符合 $Y=a+b\lg X$，得 $W=1.047-0.671\lg C$，其相关系数 $R=0.941$。说明体重和密度呈对数函数关系，经 R 检验体重和密度呈显著相关，上述方程能表达银鱼的生长密度关系。

再据表 2 中的密度和资源量的数据，拟合密度与资源量的关系方程，符合 $Y=a\times e^{bX}$，得 $F=1999.36\,C\,e^{-0.2045\,C}$，相关系数 $R=0.95$。说明密度与资源量呈幂指数关系，经 R 检验显著相关。

表 2　1983 年至 1991 年 8 月开湖捕捞时银鱼的体长、体重和密度、资源量变化

Table 2　Body length, body weight density and amount of resourses of *N. taihuensis* at August of each yesr's beginning fishing time from 1983 to 1991

年份	体长 L / cm	体重 W / g	密度 C / 尾·$(m^3)^{-1}$	资源量 F / t
1983	5.54	0.94	1.667	2350
1984	4.85	0.57	4.211	3600
1985	6.48	1.50	0.258	580
1986	5.88	1.12	1.589	2670
1987	5.34	0.76	4.044	4610
1988	3.65	0.28	9.699	2580
1989	5.50	0.74	3.141	2650
1990	5.42	0.81	1.129	1280
1991	5.67	1.29	0.315	610

将密度与资源量的方程代入体重与密度的方程中，即可得体重与资源量的方程：

$$F=1999.36\times 10^{\frac{1.047-W}{0.671}}\times e^{-0.2045\times 10^{\frac{1.047-W}{0.671}}}$$

而体长与密度、资源量的关系则可由体长与体重的关系方程代入即得，这里不再演算。

3　讨　论

3.1　银鱼最适捕捞时间的确定

利用 Von Bertalanffy 生长方程表达了两个世代银鱼的生长特性，具有较大的稳定性和可靠性，并得到两个世代银鱼的生长拐点分别为 5.8 月龄、6.3 月龄，均为当年的 7 月。同时生长的加速度指标数在拐点月龄前为正值，之后为负值，说明生长拐点落在鱼类生长与生殖的交替时期。拐点前体长、体重增长较快，拐点后性腺发育加速，因此确定 8 月为银鱼捕捞的最佳时期。

3.2　密度和生长的关系

对一个湖泊而言，饵料和水体空间对鱼类的种群资源量有一定的影响和限制作用。实测结果表明密度过大或过小都是对自然资源的浪费。密度过大，形成数量多，个体小，商品鱼经济价值低。如 1988 年商品鱼体重 0.28 g，密度 9.7 尾 / m^3，总产值 1380 万元。密度太小，鱼体能充分摄取营养物质，个体大，数量少，效益低。如 1985 年，商品鱼体重

1.5 g，密度 0.258 尾／m^3，总产值 288 万元。较合理的是 1986 年商品鱼个体大，密度较适中，总产值达 3960 万元。根据银鱼的体重与种群的关系及对银鱼的商业调查，太湖新银鱼以 1 g／尾为限，1 g 以上价格高，但增幅不大，1 g 以下价格明显要低得多。因此本文拟定银鱼的最佳商品体重为 1 g／尾，则依照生长与密度及资源关系方程，得到银鱼种群密度的最佳指标为 1.175 尾／m^3，资源量平衡点在 1847 t。

3.3 生长与资源关系

对滇池太湖新银鱼生长特性与资源量关系的研究目的在于合理利用和保护资源，以取得最佳的生产效益、经济效益、社会效益和生态效益。根据研究体重与资源量的关系结果，可以把繁琐的各项监测工作简化为只需测定每年 8 月份的银鱼个体重量，就可大致推算出种群资源量大小，而银鱼个体重量是所有反映个体指标数中最为简单易得的。

致谢 本文得到丛莽、杨鹤鸣高级工程师、何纪昌教授的帮助，特此一并致谢。

参 考 文 献

王文滨，1990. 太湖新银鱼周年生长计算的初步分析. 水产学报，14(2)：137～143.

王玉芬，1992. 太湖大银鱼生长特性的研究. 湖泊科学，4(1)：56～61

张开翔，高礼存，张 立等，1982. 洪泽湖所产太湖短吻银鱼的初步研究. 水产学报，6(1)：9～16.

陈培康，1981. 滇池增殖太湖短吻银鱼试验及生物学的初步研究. 湖泊科学，1(1)：79～88.

Liu Z W，Zhu S Q，Wang Y，1995 Successful introduction of *Neosalanx taihuensis* Chen into a highland lake. Lake Dianchi，*Tropical Limnology*，2(1)：1–6.

STUDY ON THE CORRELATION BETWEEN THE GROWING CHARACTERS OF *Neosalanx taihuensis* AND ITS RESOURCES IN LAKE DIANCHI

WANG Ying WANG Yong WANG Cong PENG Qing–ying

(Kunming department of Fishery Management，Kunming 650041)

CHEN Yin–rui YANG Jun–xing

(Kunming Institute of Zoology，the Chinese Academy of Sciences，Kunming 650223)

Abstract

The salangid fish，*Neosalanx taihuensis*，has become a major export fish product in Yunnan. In order to approach steady abundant harvest of *N. taihuensis* with high quality in Lake Dianchi，it is urgent to set an appropriate balance point for the resources of *N. taihuensis* in the lake. After successive 31–month sampling investigations and applying the Von Bertalanffy growing equation，We obtained *N. taihuensis* growing eqs. $L=6.07[1-e^{-0.198(t-0.225)}]$，$W=1.78[1-e^{-0.198(t-0.225)}]^3$ for 1989 and $L=7.48[1-e^{-0.173(t+0.064)}]$，$W=2.76[1-e^{-0.173(t+0.064)}]^3$ for 1990. Based on the two eqs. we fitted out the correlations be-

tween body $F=1999.36\ C\ e^{-0.2045\ C}$, and finally we deduced the resource-balance point to be 1847 t, correspondingly the body weight 1.0 g per fish; density 1.175 fish / m^3, the fishing season is Aug. These results have been the goal for the Kunming Department of Fishery Management and being tested and improved in practice.

Key words Lake Dianchi, *Neosalanx taihuensis*, Growing

《动物学研究》增刊及专辑简介

《动物学研究》第2卷第4期增刊(1981)

本期增刊为"蛇毒研究与蛇伤治疗"，共刊登论文24篇，研究简报12篇。定价每本¥2.00元。

《动物学研究》第3卷增刊(1982)

本期增刊是"显微形态科学学术讨论会论文文摘"。定价每本¥0.90元。

《动物学研究》第3卷增刊(1982)

本期增刊内容有鸟、兽、虫、鱼、寄生虫等的分类、新种、新亚种记述；生态习性、垂直分布；及扫描电镜观察；滇池高背鲫的雌核发育等。全书共刊登论文53篇，研究简报3篇。定价每本¥3.00元。

《动物学研究》第5卷第3期增刊(1984)

本期增刊为"动物染色体"专辑。全书共刊登动物染色体组型、高分辨带型以及哺乳动物染色体复制带的新技术和人类精液生殖细胞微核测定分析的新方法等研究论文17篇。现价每本¥4.50元。

《动物学研究》第5卷第4期增刊(1984)

本期增刊为"灵长类专辑"。本书刊登了灵长类动物的形态解剖学，生物化学，免疫学、生殖生理学，神经生理学以及疾病的检测、防治等。定价每本¥2.20元。

《动物学研究》第6卷第4期增刊(1985)

本期增刊有昆虫金边土鳖消化道内簇虫、鱼类新种(新亚种)记述，分类讨论，鸟类食性研究，生态学以及白蚁的群体产卵、孵化及蜕皮行为等研究论文22篇，研究简报3篇。定价每本¥4.00元。

《动物学研究》第8卷增刊(1987)

本期增刊为"烙铁头蛇毒血小板聚集素研究"专辑。是继"蛇毒研究与蛇伤治疗"专辑之后的又一本蛇毒研究、利用方面的专辑。主要介绍我国湖南产烙铁头蛇毒分离、纯化、血小板聚集与止血功能及临床意义的研究结果等研究论文、简报18篇。定价每本¥2.00元。

《动物学研究》第9卷增刊(1988)

本期增刊包括动物区系分类，新属新种记述，虫草蝙蝠蛾的生态，动物生理生化、动物细胞遗传等方面的研究论文、简报20篇。定价每本¥2.50元。

《动物学研究》第10卷增刊(1989)

本期增刊为"灵长类学专辑"，是继1984年"灵长类学专辑"之后的又一本灵长类专辑。主要内容有：灵长类组织解剖、灵长类繁殖、生态、食性、种群结构、疾病防治、生化、血液参数，细胞遗传以及白化猕猴的培育、恒河猴的人工抚育等，共刊出研究论文22篇，研究简报4篇。定价每本¥3.00元。

《动物学研究》第14卷增刊(1993)

本期增刊为"理论生物学专辑"。集中刊登了理论生物学领域的研究进展和研究成果。其中论文21篇，研究简报两篇。全书内容丰富，受到相关学者青睐。定价每本¥6.00元。

《动物学研究》第15卷增刊(1994)

本期增刊为"鱼类两栖爬行类动物研究专辑"。其中包括鱼类和两栖爬行类的系统发育，地理分区、生态繁殖、核型分析、同工酶电泳研究等研究论文22篇，研究简报1篇。集中反映了我国学者在这一领域的研究概况。定价每本¥12.00元。

《动物学研究》第17卷第3期(1996)

本期为与正刊合刊的分子进化与进化细胞生物学专辑。共刊登研究论文24篇，研究简报2篇。分子进化与进化细胞生物学为本期的主要内容，共集中发表了有深度的研究论文17篇，较全面地反映了我国在这一领域的研究进展。定价每本¥6.00元。

以上各增刊尚有少量存书，另还存有《动物学研究》少量正刊各卷次，欲购者可直接汇款(每本定价另加1元邮寄费)到《动物学研究》编辑部，款到发书。

《动物学研究》编辑部